



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:

**0 238 710  
A2**

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 86112943.5

Int. Cl.<sup>4</sup>: H 03 B 21/02

Anmeldetag: 19.09.86

Priorität: 26.02.86 CH 767/86

Anmelder: SIEMENS-ALBIS AKTIENGESELLSCHAFT,  
EGA1/Verträge und Patente Postfach, CH-8047 Zürich  
(CH)

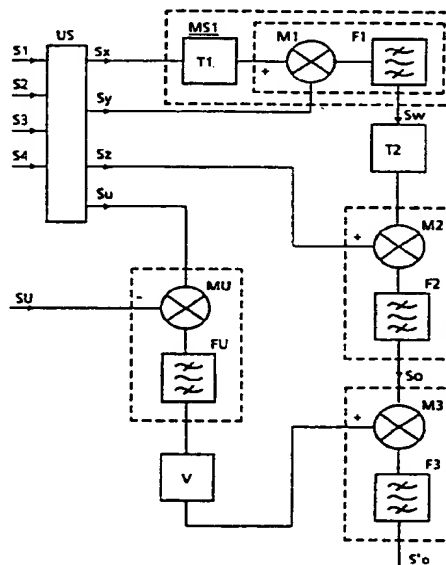
Veröffentlichungstag der Anmeldung: 30.09.87  
Patentblatt 87/40

Benannte Vertragsstaaten: CH DE FR GB IT LI NL SE

Erfinder: Bächtiger, Rolf, Eggäckerstrasse 119,  
CH-8966 Oberwil-Lieli (CH)

### 54 Frequenzsynthetisierer.

57 Der Frequenzsynthetisierer umfaßt eine Umschalteneinrichtung (US), die eingangsseitig mit drei Signalen (S1, S2, S3), deren Frequenzen (f1, f2 bzw. f3) eine große Frequenzkonstanz aufweisen, beaufschlagt wird und ausgangseitig drei durchgeschaltete Signale (Sx, Sy, Sz) abgibt, deren Frequenz jeweils gleich einer beliebigen unter den Eingangsfrequenzen ist. Dabei ist eine Mischerschaltung (M1, F1) vorgesehen, deren erster Eingang über einen Frequenteiler (T1) mit einem der durchgeschalteten Signale (Sx) und deren zweiter Eingang mit einem anderen der durchgeschalteten Signale (Sy) beaufschlagt ist. Um Frequenzen  $f_{\text{omin}} \dots f_{\text{omax}}$  zu erzeugen, deren relative Breite  $(f_{\text{omax}} - f_{\text{omin}})/f_{\text{min}}$  größer als die relative Breite  $(f_4 - f_1)/f_1$  der Eingangsfrequenzen f1 ... f4 ist, ist eine Mischereinheit (M3, F3) vorhanden, deren erster Eingang mit dem Ausgang der Mischerschaltung (M1, F1) verbunden und deren zweiter Eingang mit einem weiteren, über einen Frequenzvervielfacher (V) geführten durchgeschalteten Signal (Su) beaufschlagt ist.



Frequenzsynthetisierer

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Frequenzsynthetisierer nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

- 5 Aus den IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-30, No. 5, Mai 1982, S. 686-693, insbesondere Fig. 9, ist eine Anordnung zur Frequenzsynthese bekannt, bei der verschiedene, von einem Hauptoszillator abgeleitete Frequenzen miteinander kombiniert werden. Zu diesem Zweck ist eine Anzahl hintereinandergeschalteter Mischstufen vorgesehen, die je einen Mischer mit einem vorgeschalteten Frequenzteiler benutzen, um zwei von diesen Frequenzen wahlweise zu kombinieren, indem das Ausgangssignal des Mixers jeweils zur nächsten Stufe weitergeleitet wird. Damit können Ausgangssignale mit ausgezeichneter Kurz- und Langzeitstabilität geliefert werden, die zudem eine hohe Frequenzumschaltungsgeschwindigkeit aufweisen.
- 10
- 15 Eine solche Anordnung erweist sich jedoch als nachteilig im Hinblick auf eine Optimierung der Dämpfung der Nebenfrequenzen bei einem gegebenen Abstand der Nebenfrequenzen von der Nutzfrequenz.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einer solchen Anordnung günstige Abstände der Nebenfrequenzen von der Nutzfrequenz zu erreichen und gleichzeitig die Dämpfung dieser Nebenfrequenzen zu verbessern.

20

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 dargelegten Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung beispielsweise näher erörtert. Es zeigt:

- 30 Fig. 1 das Blockschaltbild einer ersten Ausführung eines Frequenzsynthetisierers nach der Erfindung,

Fig. 2 das Blockschaltbild einer zweiten Ausführung eines erfindungsgemässen Frequenzsynthetisierers.

Der Frequenzsynthetisierer nach Fig. 1 umfasst eine Umschalteneinrichtung US, zwei Frequenzteiler T1, T2 und zwei Mischer M1, M2, denen je ein Filter F1 bzw. F2 nachgeschaltet ist. Die Umschalteneinrichtung US weist vier Eingänge für je ein Signal S1, S2, S3, S4 der Frequenz f1, f2, f3 bzw. f4 und drei Ausgänge für je ein Signal Sx, Sy, Sz der Frequenz fx, fy bzw. fz auf. Das Signal Sx wird über den Frequenzteiler T1 geführt und im Mischer M1 mit dem Signal Sy gemischt. Das Ausgangssignal Sw des Filters F1 wird über den Frequenzteiler T2 geführt und im Mischer M2 mit dem Signal Sz gemischt, wobei ein Frequenzteiler, ein Mischer und ein Filter jeweils eine Mischstufe, z.B. MS1 in Fig. 1, bilden. Am Ausgang des Filters F2 erscheint ein Signal So der Frequenz fo, welches dem Nutzsignal bzw. der Frequenz eines Frequenzsynthetisierers nach dem Stand der Technik entspricht.

Der beschriebene Teil des Frequenzsynthetisierers nach Fig. 1 funktioniert folgendermaßen:

Die Frequenzen f1, f2, f3, f4 sind so gewählt, dass die Beziehungen

$$f_4 - f_3 = f_3 - f_2 = f_2 - f_1 = f_d$$

gelten. Die Umschalteneinrichtung US ist derart ausgelegt, dass das Signal Sx wahlweise eines der Signale S1, S2, S3 oder S4 ist oder mindestens eine der Frequenzen f1, f2, f3 oder f4 aufweist. Entsprechendes gilt für die Signale Sy und Sz. Die Frequenz fo des Nutzsignals So am Ausgang des Filters F2 ist somit, wenn die Teiler durch n dividieren,

$$f_o = f_z + (f_y + f_x/n) / n.$$

Da aber die Bedingungen der Umschalteneinrichtung

$$f_x = f_1 + l \cdot f_d \quad \text{mit } l = 0, 1, 2, 3$$

$$f_y = f_1 + j \cdot f_d \quad \text{mit } j = 0, 1, 2, 3$$

$$f_z = f_1 + k \cdot f_d \quad \text{mit } k = 0, 1, 2, 3$$

gelten, ergibt sich

$$f_o = f_1 (n^2 + n + 1) / n^2 + f_d (i + jn + kn^2) / n^2$$

und daraus

$$f_{o\min} = f_1 (n^2 + n + 1) / n^2$$

$$f_{o\max} = (f_1 + 3 \cdot f_d) (n^2 + n + 1) / n^2$$

Die relative Breite des Ausgangsfrequenzbandes ist

$$B_{ro} = (f_{o\max} - f_{o\min}) / f_{o\min} = 3 \cdot f_d / f_1$$

$$B_{ro} = 3 \cdot f_d / f_1 = (f_4 - f_1) / f_1 = B_{ri}$$

worin  $B_{ri}$  die relative Breite des Eingangsfrequenzbandes ist. In diesem Fall sind daher die relativen Breiten des Ausgangs- und des Eingangsfrequenzbandes gleich  $(f_4 - f_1) / f_1$ , so dass der Faktor  $p = B_{ro} / B_{ri} = 1$  ist.

- 5 Der erfindungsgemässe Frequenzsynthetisierer nach Fig. 1 ist jedoch gegenüber einem bekannten Synthetisierer derart erweitert, dass die Umschalteneinrichtung US ein zusätzliches Signal  $S_u$  liefert, dessen Frequenz  $f_u$  ebenfalls gleich einer der Frequenzen  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  oder  $f_4$  sein kann. Dabei wird in einem zusätzlichen Mischer MU das Signal  $S_u$  mit einem weiteren Signal  $S_U$  gemischt und über die Reihenschaltung eines Bandpass-
- 10 filters  $F_4$  und eines Frequenzvervielfachers  $V$  dem Eingang eines weiteren Mixers  $M_3$  zugeführt, der dieses Signal mit dem Ausgangssignal  $S_o$  des Filters  $F_2$  mischt. Dem Mischer  $M_3$  ist ein Bandpassfilter  $F_3$  nachgeschaltet, dem das Nutzsignal  $S_o'$  der Frequenz  $f_o'$  entnommen wird.

- 15 Der erweiterte Frequenzsynthetisierer nach Fig. 1 funktioniert folgendermassen:

Wenn die Teiler  $T_1$  und  $T_2$  durch  $n$  dividieren und der Vervielfacher  $V$  mit dem Faktor  $m$  multipliziert, ergibt sich für die Frequenz  $f_o'$  der Wert

$$f_o' = f_z + f_y / n + f_x / n^2 + (f_u - f_U) \cdot m$$

20

und wegen der Bedingungen der Umschalteneinrichtung

$$f_o' = f_o + (f_u - f_U) \cdot m.$$

In diesem Fall kann für  $f_U / f_1$  ein beliebiger Wert kleiner als 1, beispielsweise gleich

- 25  $1/2$ , gewählt werden. Mit diesem Wert ergibt sich für  $f_o'_{min}$  und  $f_o'_{max}$

$$f_o'_{min} = f_{o_{min}} + m \cdot (f_1) / 2$$

$$f_o'_{max} = f_{o_{max}} + m \cdot (2f_4 - f_1) / 2$$

- Daraus ergibt sich die relative Bandbreite des Ausgangsfrequenzbandes für die Schal-
- 30 tung nach Fig. 2 wie folgt

$$B'_{ro} = (f_o'_{max} - f_o'_{min}) / f_o'_{min} = p' \cdot B_{ri}$$

Nach einigen Umwandlungen resultiert

$$p'(n, m) = 2 (m \cdot n^2 + n^2 + n + 1) / (m \cdot n^2 + 2n^2 + 2n + 2)$$

35

Da der Faktor  $p'$  immer grösser als Eins ist, ergibt sich somit eine Erhöhung der relativen Ausgangsfrequenzbandbreite gegenüber der nicht erweiterten Schaltung nach Fig. 1.

Die allgemeine Formel für  $n = 4$  ist

$$p'(4,m) = (16m + 21) / (8m + 21)$$

5 aus der sich für  $m = 4$  der Wert

$$p'(4,4) = 85/53$$

ergibt.

10

Somit ergibt sich im Fall von Fig. 1 für  $n = m = 4$  und  $f_U/F_1 = 1/2$  eine Ausgangsfrequenzbandbreite, die um den Faktor 85/53 grösser ist als die Ausgangsfrequenzbandbreite der nicht erweiterten Schaltung nach Fig. 1.

15 Der Frequenzsynthetisierer nach Fig. 2 weist eine Umschalteneinrichtung UR mit vier Eingängen für je ein Signal S1, S2, S3 und S4 der Frequenz f1, f2, f3 bzw. f4 und drei Ausgänge für je ein Signal Sa, Sb, Sc der Frequenz fa, fb bzw. fc auf. Das Signal Sa wird über einen Frequenzteiler D1 mit Teilungsverhältnis  $n : 1$  dem ersten Eingang eines Mischers MX1 zugeführt, dessen zweiter Eingang mit dem Signal Sb beaufschlagt ist.  
20 ist. In einem zweiten Mischer MX2 wird das über ein Bandpassfilter BP1 geführte Ausgangssignal des Mischers MX1 mit einem Signal Ss der Frequenz fs gemischt und das Mischprodukt über ein weiteres Bandpassfilter BP2 dem ersten Eingang eines dritten Mischers MX3 zugeführt. Das Signal Sc wird in einem vierten Mischer MX mit einem Signal SV der Frequenz f5 gemischt und das Mischsignal der Frequenz  $(fc - f5)$  über die  
25 Reihenschaltung eines Filters FIL und eines Frequenzvervielfachers VV, der mit dem Faktor m multipliziert, dem zweiten Eingang des dritten Mischers MX3 zugeführt, dessen Ausgangssignal nach Durchlaufen eines weiteren Bandpassfilters BP3 das Ausgangssignal So" der Frequenz fo" darstellt.

30 Der Frequenzsynthetisierer nach Fig. 2 funktioniert somit derart, dass für die Frequenz fo" der Wert

$$fo" = m \cdot fc + fb + fa/n - (fs + m \cdot f5)$$

35 gilt. Daraus ergibt sich beispielsweise für  $fs = f1$  :

$$f''_{omin} = m \cdot f1 + f1/n - m \cdot f5$$

$$f''_{omax} = m \cdot f4 + f4 + f4/n - m \cdot f5 - f1.$$

Für die relative Ausgangs- bzw. Eingangsbandbreite gilt

$$B''_{ro} = B_{ri} (m_n + n + 1) / (m_n + 1 - m_n \cdot f_5/f_1)$$

mit

5  $B_{ri} = (f_4 - f_1)/f_1$

und

$$p'' = B''_{ro}/B_{ri} = (m_n + n + 1) / (m_n + 1 - m_n \cdot f_5/f_1)$$

10 In diesem Fall kann  $f_5/f_1$  einen beliebigen Wert kleiner als 1 haben, beispielsweise 3/4.

15 Mit einem Frequenzsynthetisierer nach der Erfindung können somit Ausgangsfrequenzen  $f'_{omin}$  .....  $f'_{max}$  erzeugt werden, deren relative Breite  $(f'_{omax} - f'_{omin})/f'_{omin}$  grösser als die relative Bandbreite  $(f_4 - f_1)/f_1$  der Eingangsfrequenzen  $f_1$  .....  $f_4$  ist. Werden jedoch geringere Breiten der Ausgangsfrequenzbänder gefordert, so vereinfacht sich der Filteraufwand beträchtlich.

20 Der Frequenzsynthetisierer nach der Erfindung kann selbstverständlich auch mit mehr als zwei oder drei kaskadierten Mischstufen, wie sie in den Figuren dargestellt sind, arbeiten.

## P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Frequenzsynthesierer mit einer Umschalteneinrichtung (US; UR), die eingangsseitig mit mindestens zwei Signalen (S1, S2), deren Frequenzen (f1 bzw. f2) eine relativ grosse Frequenzkonstanz aufweisen, beaufschlagt wird und ausgangssseitig mindestens zwei durchgeschaltete Signale (Sx, Sy; Sa, Sb) abgibt, deren Frequenz jeweils gleich einer beliebigen unter den Eingangsfrequenzen ist, und mit einer Mischerschaltung (M1, F1; MX1, BP1), deren erster Eingang über einen Frequenzteiler (T1; D1) mit einem der durchgeschalteten Signale (Sx) und deren zweiter Eingang mit einem anderen der durchgeschalteten Signale (Sy) beaufschlagt ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine ein Nutzsignal (S'o; S"o) liefernde Mischereinheit (M3, F3; MX3; BP3) vorhanden ist, deren erster Eingang mit dem Ausgang der Mischerschaltung (M1, F1; MX1, BP1) verbunden und deren zweiter Eingang mit einem weiteren, über einen Frequenzvervielfacher (V; VV) geführten durchgeschalteten Signal (Su, Sc) beaufschlagt ist.
2. Frequenzsynthesierer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ausgang der Mischerschaltung (M1, F1) und dem Eingang der Mischereinheit (M3, F3) die Reihenschaltung eines weiteren Frequenzteilers (T2) und einer weiteren Mischerschaltung (M2, F2) eingefügt ist, deren zweitem Eingang ein weiteres, von der Umschalteneinrichtung (US) durchgeschaltetes Signal (Sz) zugeführt wird.
3. Frequenzsynthesierer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Eingang des Frequenzvervielfachers (V; VV) und dem ihm zugeordneten Ausgang der Umschalteneinrichtung (US; UR) eine Mischereinrichtung (MU, FU; MX, FIL) eingefügt ist, deren zweitem Eingang ein zusätzliches Signal (SU, SV) mit einer mindestens stufenweise konstanten Frequenz zugeführt wird.
4. Frequenzsynthesierer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ausgang einer Mischerschaltung (MX1, BP1) und dem Eingang der ihr nachgestalteten Mischerschaltung oder Mischereinheit (MX3, BP3) eine zweite Mischereinrichtung (MX2, BP2) eingefügt ist, deren anderer Eingang mit einem weiteren Eingangssignal (Ss) beaufschlagt ist.

5. Frequenzsynthetisierer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenzteiler (T1, T2; D1) durch  $n = 4$  teilen.

6. Frequenzsynthetisierer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Frequenzvervielfacher (V; VV) mal  $n = 4$  multipliziert.

7. Frequenzsynthetisierer nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Eingang der ersten Mischereinrichtung (MU, FU; MX, FIL) mit einem Signal (SU; SV) beaufschlagt wird, dessen Frequenz ( $f_u$ ; F5) kleiner als die kleinste Eingangsfrequenz ist.



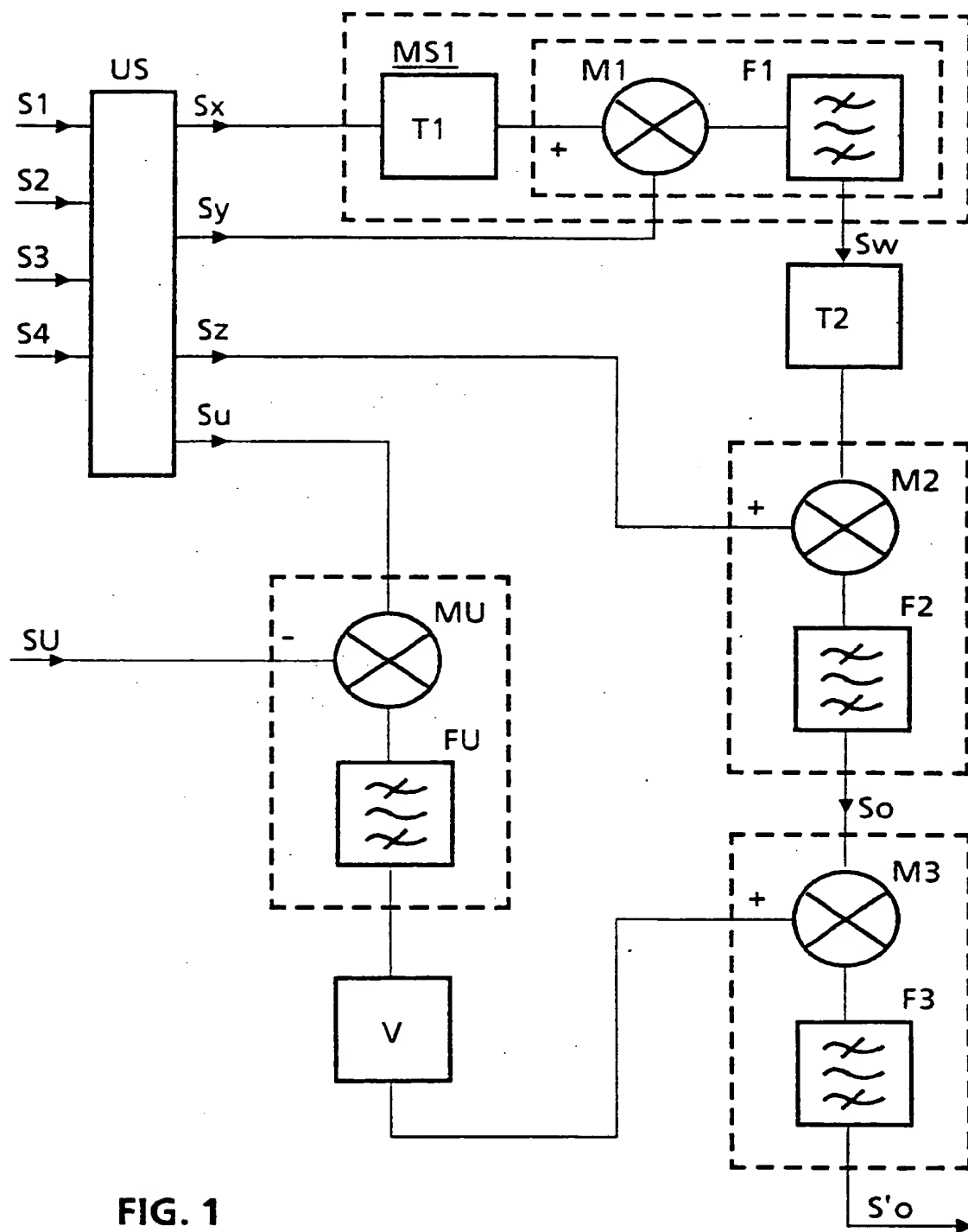


FIG. 1

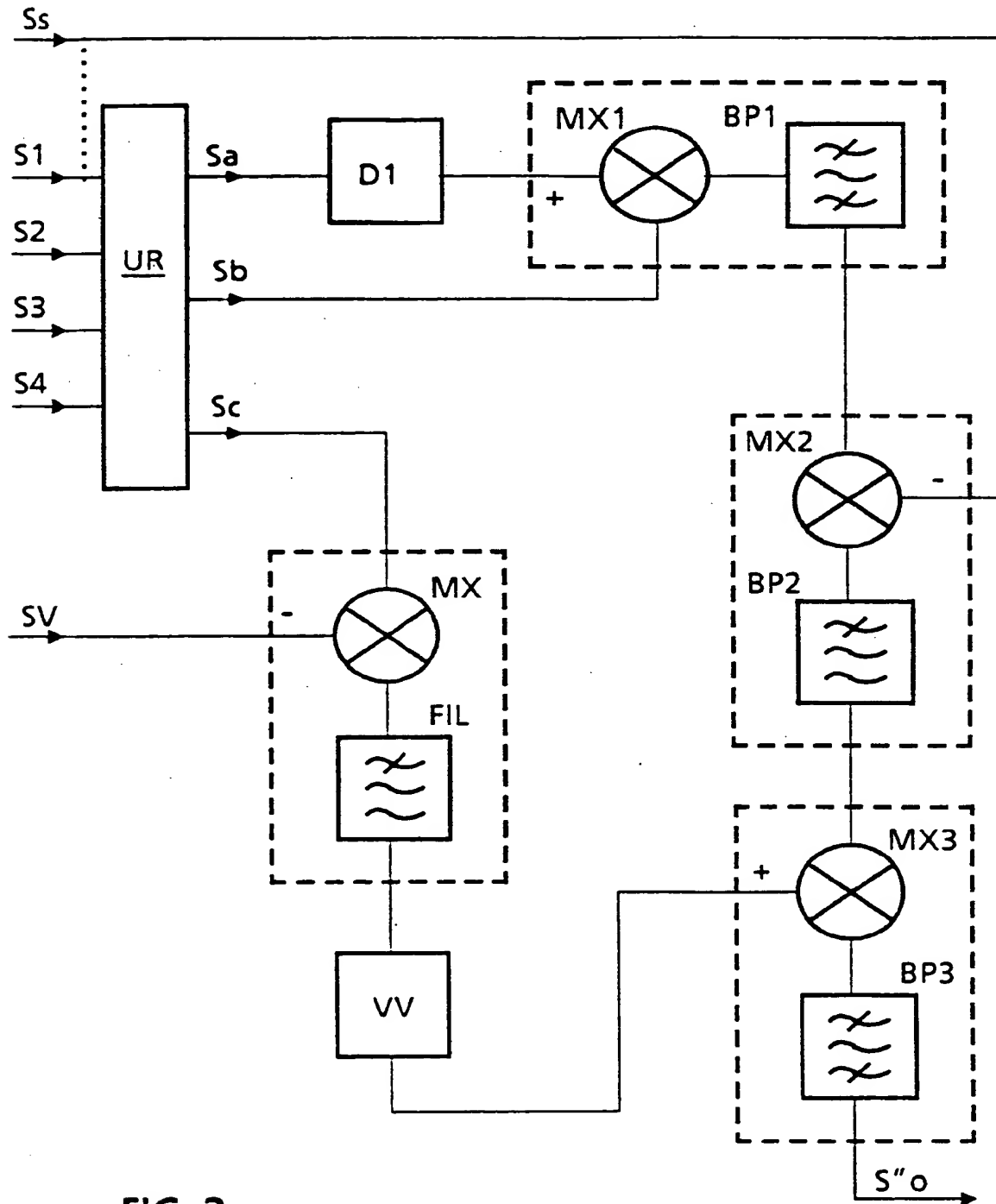


FIG. 2

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

**0 238 710**  
**A3**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 86112943.5

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>: H 03 B 21/02

(22) Anmeldetag: 19.09.86

(30) Priorität: 26.02.86 CH 767/86

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
30.09.87 Patentblatt 87/40(88) Veröffentlichungstag des später  
veröffentlichten Recherchenberichts: 16.12.87(84) Benannte Vertragsstaaten:  
CH DE FR GB IT LI NL SE(71) Anmelder: SIEMENS-ALBIS AKTIENGESELLSCHAFT  
EGA1/Verträge und Patente Postfach  
CH-8047 Zürich(CH)(72) Erfinder: Bächtiger, Rolf  
Eggäckerstrasse 119  
CH-8966 Oberwil-Lieli(CH)

(54) Frequenzsynthetisierer.

(57) Der Frequenzsynthetisierer umfasst eine Umschalteneinrichtung (US), die eingangsseitig mit drei Signalen (S1, S2, S3), deren Frequenzen (f1, f2, bzw. f3) eine grosse Frequenzkonstanz aufweisen, beaufschlagt wird und ausgangsseitig drei durchgeschaltete Signale (Sx, Sy, Sz) abgibt, deren Frequenz jeweils gleich einer beliebigen unter den Eingangsfrequenzen ist. Dabei ist eine Mischerschaltung (M1, F1) vorgesehen, deren erster Eingang über einen Frequenzteiler (T1) mit einem der durchgeschalteten Signale (Sx) und deren zweiter Eingang mit einem anderen der durchgeschalteten Signale (Sy) beaufschlagt ist. Um Frequenzen  $f_{\text{omin}} \dots f_{\text{omax}}$  zu erzeugen, deren relative Breite  $(f_{\text{omax}} - f_{\text{omin}})/f_{\text{min}}$  grösser als die relative Breite  $(f_4 - f_1)/f_1$  der Eingangsfrequenzen  $f_1 \dots f_4$  ist, ist eine Mischereinheit (M3, F3) vorhanden, deren erster Eingang mit dem Ausgang der Mischerschaltung (M1, F1) verbunden und deren zweiter Eingang mit einem weiteren, über einen Frequenzvervielfacher (V) geführten durchgeschalteten Signal (Su) beaufschlagt ist.

EP 0 238 710 A3

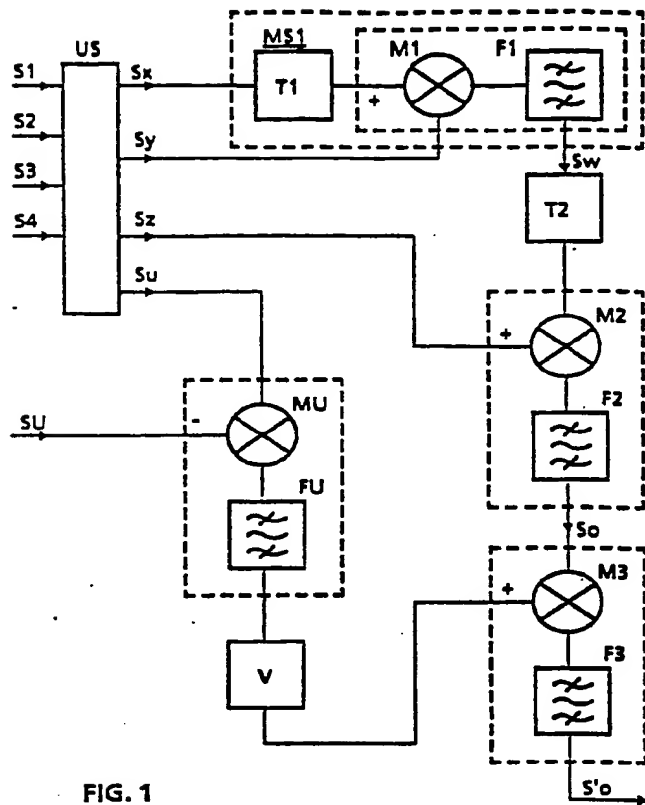


FIG. 1



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0238710  
Nummer der Anmeldung

EP 86 11 2943

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	US-A-2 829 255 (V.W. BOLIE)  * Spalte 1, Zeile 60 - Spalte 9, Zeile 5; Spalte 15, Zeile 59 - Spalte 18, Zeile 27; Figuren 1, 2 *	1, 2, 4-6	H 03 B 21/02
A	---	3, 7	
A, D	IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, Band MTT-30, Nr. 5, Mai 1982, Seiten 686-693, IEEE, New York, US; A.J. BUDREAU et al.: "A review of SAW-based direct frequency synthesizers" * Seite 691, rechte Spalte, Zeile 5 - Seite 692, linke Spalte, Zeile 47; Figur 9 *	1, 2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			H 03 B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 05-10-1987	Prüfer BALBINOT H.
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPA Form 1503 03 82